

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구

국제사무국

(43) 국제공개일

2018년 3월 15일 (15.03.2018)



(10) 국제공개번호

WO 2018/048103 A1

(51) 국제특허분류:

C23C 2/00 (2006.01)

C23C 2/40 (2006.01)

C23C 2/06 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2017/008554

(22) 국제출원일:

2017년 8월 8일 (08.08.2017)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2016-0117209 2016년 9월 12일 (12.09.2016) KR

(71) 출원인: 주식회사 포스코 (POSCO) [KR/KR]; 37859

경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동),

Gyeongsangbuk-do (KR). 주식회사 파이넥스 (PIBEX

INC.) [KR/KR]; 37673 경상북도 포항시 남구 지곡로 127

번길 65, 리스트 6실협동, Gyeongsangbuk-do (KR).

(72) 발명자: 천명식 (CHUN, Myung-Sik); 57807 전라남도

광양시 폭포사랑길 20-26 광양제철소내, Jeollanam-do

(KR). 장태인 (JANG, Tae-In); 57807 전라남도 광양시

폭포사랑길 20-26 광양제철소내, Jeollanam-do (KR). 이

원호 (LEE, Won-Ho); 37877 경상북도 포항시 남구 동해

안로 6262 포항제철소내, Gyeongsangbuk-do (KR). 김태

규 (KIM, Tae-Kyu); 57807 전라남도 광양시 폭포사랑길

20-26 광양제철소내, Jeollanam-do (KR). 이의호 (LEE,

Eui-Ho); 57807 전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광양

제철소내, Jeollanam-do (KR). 김상준 (KIM, Sang-Joon);

37668 경상북도 포항시 남구 지곡로 394, 테크노파크 3

벤처동 104호, Gyeongsangbuk-do (KR). 김종익 (KIM,

Jong-Ik); 57807 전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26 광

양제철소내, Jeollanam-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인 씨엔에스 (C&S PATENT AND LAW

OFFICE); 06292 서울시 강남구 언주로 30길 13, 대림아

크로텔 7층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국

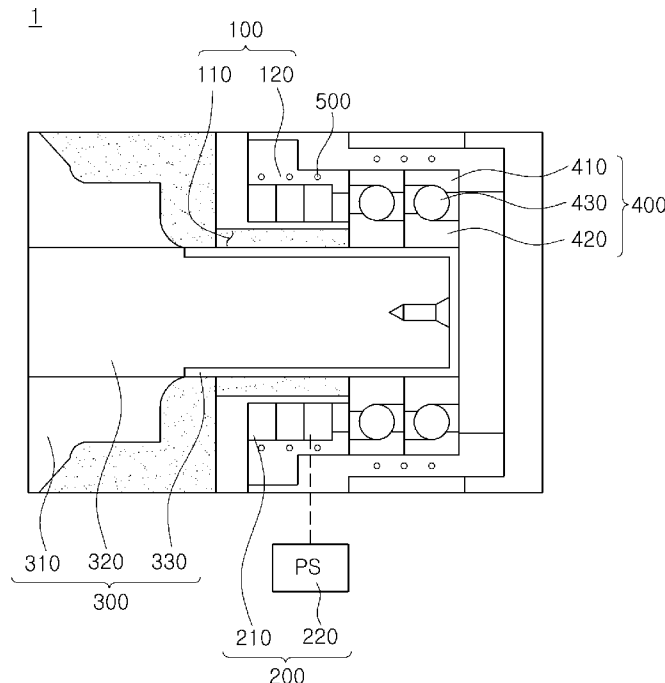
내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT,

AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) Title: ELECTROMAGNETIC SEALING APPARATUS AND PLATING EQUIPMENT INCLUDING SAME

(54) 발명의 명칭: 전자기 실링장치 및 이를 포함하는 도금설비



(57) Abstract: An electromagnetic sealing apparatus according to one embodiment of the present invention comprises: a body unit provided at a port for containing a ferro-fluid in which magnetism is formed; and at least one electromagnet unit, which is provided on an inner sidewall part of the body unit having a sealing space so as to seal the sealing space of the body unit communicated through the port and an opening, and is formed to move the magnetic fluid in an opening direction by alternately applying a repulsive force and an attractive force to the magnetic fluid.

[다음 쪽 계속]



WO 2018/048103 A1

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치는 자성이 형성되는 자성유체가 담겨지는 포트에 구비되는 바디유닛 및 상기 포트와 개공구를 통하여 연통된 상기 바디유닛의 실링공간을 실링하도록, 상기 실링공간이 형성된 상기 바디유닛의 내측벽부에 구비되며, 상기 자성유체에 인력과 척력을 교대로 작용시켜 상기 개공구 방향으로 상기 자성유체를 이동시키도록 구성된 적어도 하나의 전자석유닛을 포함할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 전자기 실링장치 및 이를 포함하는 도금설비 기술분야

- [1] 본 발명은 전자기 실링장치 및 이를 포함하는 도금설비에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 철강제품의 제조 공정에서는 연속도금공정이 수행되어 고객사의 필요에 따른 도금강판을 생산하게 된다.
- [3] 이러한 연속도금공정에서는 아연 등의 도금용액이 제공되는 도금조를 통과한 강판 표면에 부착된 용융 상태의 도금액을 냉각시켜서 도금강판을 생산하게 된다.
- [4] 즉, 도금조를 통과한 강판에는 양쪽 면에 과도하게 도금액이 부착되어 있으므로, 에어ナイ프(air knife)를 이용하여 적절한 두께의 도금층으로 형성하고, 이후에는 약 460°C 이상의 미응고된 아연 용액을 냉각장치를 사용하여 응고시켜 줌에 따라 강판의 표면에 충분한 강도를 갖는 도금층이 형성하여 도금강판을 생산하게 되는 것이다.
- [5] 특히, 용융된 아연이 액체상태로 담겨져 있는 상기 도금조 내에서는 상기 강판의 이동을 위한 롤축유닛이 구비되며, 이러한 롤축유닛은 별도의 동력이 없이 강판의 이송에 따라 강판과의 마찰에 의해 회전하거나, 동력을 제공하게 구성될 수 있다.
- [6] 한편, 롤축유닛이 도금조 내에서 회전되게 제공되기 위해서는 상기 도금조와의 결합을 위한 베어링유닛이 필요하며, 특히 상기 베어링유닛으로 용융아연이 침투하는 것을 방지하게 구성하여 상기 베어링유닛의 기능을 상실하지 않게 구성해야 한다.
- [7] 종래에는 롤축유닛의 축부재에 슬리브(sleeve)를 장착하고, 도금조의 벽부에는 브러쉬(bush)를 장착하는 미끄럼 베어링의 구조가 제시되었다.
- [8] 이러한 미끄럼 베어링의 적용을 위해서는 필연적으로 슬리브와 브러쉬 간의 적절한 간격 조정이 필요하고, 통상적으로 그 간격 내에 적절한 윤활유를 공급하여 마모를 방지하게 구성되어야 한다.
- [9] 그러나 용융아연 용액 내에서 사용되는 미끄럼 베어링에는 마모를 방지하는 별도의 윤활유 공급이 불가한 것은 물론, 슬리브와 브러쉬 사이로 용융아연 용액이 흘러 들어가서 윤활 기능을 방해하는 문제가 있다.
- [10] 또한, Zn-Fe-Al이 화학반응을 일으켜서 생성되는 경도가 높은 드로스(Dross)가 베어링의 간격으로 침입할 경우에는 마찰 증가에 의한 축부재 및 베어링의 마모를 급속히 진행시키는 문제도 발생시킨다.
- [11] 이에 따라, 도금 작업이 진행될수록 미끄럼 베어링의 간격이 넓어지게 되고, 이로 인해서 롤에는 심한 진동이 발생하게 되고, 이는 강판의 진동을 유발하고,

이로 인해 도금강판에 부착되는 도금층의 두께가 일정하게 형성되지 않는 두께편차의 문제를 발생하게 된다.

- [12] 또한 이와 같은 문제점을 개선하고자 전자기 베어링이 도입되었으나, 이러한 전자기 베어링은 오로지 전자기력에 의해서 고하중의 롤축유닛을 지지해야 하기 때문에, 소비 전력이 큰 단점이 있었다.

- [13] 따라서, 전술한 문제를 해결하기 위한 전자기 실링장치 및 이를 포함하는 도금설비에 대한 연구가 필요하게 되었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [14] 본 발명의 목적은 자성유체의 실링을 수행할 수 있어, 자성유체의 침투에 의한 문제를 방지할 수 있는 전자기 실링장치 및 이를 포함하는 도금설비를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [15] 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치는 자성이 형성되는 자성유체가 담겨지는 포트에 구비되는 바디유닛 및 상기 포트와 개공구를 통하여 연통된 상기 바디유닛의 실링공간을 실링하도록, 상기 실링공간이 형성된 상기 바디유닛의 내측벽부에 구비되며, 상기 자성유체에 인력과 척력을 교대로 작용시켜 상기 개공구 방향으로 상기 자성유체를 이동시키도록 구성된 적어도 하나의 전자석유닛을 포함할 수 있다.
- [16] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치의 상기 전자석유닛은, 교류전류가 인가되어 형성된 시변자계에 의해서 극성이 교대로 변하며, 상기 실링공간 내부에서 상기 개공구 방향으로 복수 개가 상기 바디유닛의 내측벽부에 나란히 구비되는 전자석부재 및 상기 전자석부재에 교류전류를 인가하는 전류인가부재를 포함할 수 있다.
- [17] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치의 상기 전류인가부재는, 서로 이웃하는 전자석부재가 서로 다른 극성을 형성하게 교류전류를 인가하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [18] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치의 상기 전자석부재는, 상기 바디유닛의 내측벽부에서 돌출된 형상으로 구비되는 코어부 및 상기 코어부에 감겨서 제공되며, 상기 전류인가부재에 연결되는 코일부를 포함하며, 상기 코어부는, 상기 바디유닛의 내측벽부에 결합되는 결합단부보다 상기 결합단부의 반대단인 대면단부의 폭이 크게 형성되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [19] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치의 상기 대면단부는, 양측이 오목하게 라운드 처리되어 상기 결합단부 방향으로 갈수록 폭이 작게 형성되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [20] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치에서 상기 대면단부의 라운드 처리된 곡률반경은 적어도 상기 결합단부 폭의 절반보다 작게 형성되는

것을 특징으로 할 수 있다.

[21] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치의 상기 코일부는, 상기 전류인가부재와 Y결선된 것을 특징으로 할 수 있다.

[22] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치의 상기 전류인가부재는, PWM(Pulse Width Modulation) 드라이버에 의해 상기 전자석부재에 교류전류를 인가하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[23] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치의 상기 전류인가부재는, 상기 자성유체에 작용하는 힘이 40 ~ 250 N이 되도록 전류를 인가하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[24] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치의 상기 바디유닛은, 비자성체로 구비되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[25] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치는 상기 실링공간에 삽입되는 롤축유닛 및 상기 전자석유닛보다 상기 실링공간의 내측에 구비되며, 상기 롤축유닛이 삽입되어 지지되는 베어링유닛을 더 포함할 수 있다.

[26] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치의 상기 베어링유닛은, 구름 베어링으로 구비되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[27] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치의 상기 베어링유닛은, 상기 바디유닛에 결합되는 외륜부재, 상기 롤축유닛이 삽입되며, 상기 외륜부재의 내측에 구비되는 내륜부재 및 상기 외륜부재와 내륜부재 사이에 구비되는 볼부재를 포함할 수 있다.

[28] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치의 상기 볼부재는, 지르코나 계열의 소재 또는 세라믹 소재로 구비되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[29] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치의 상기 롤축유닛은, 강판의 이송경로 상에 구비되는 롤부재 및 상기 롤부재의 축 방향으로 결합되며, 상기 실링공간에 삽입되며, 비자성체로 구비되는 축부재를 포함할 수 있다.

[30] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치의 상기 롤축유닛은, 상기 축부재의 외면에 끼워지며, 반자성체로 구비되는 캡부재를 더 포함할 수 있다.

[31] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치의 상기 전류인가부재는, 상기 축부재를 중심으로 서로 마주보는 전자석부재가 서로 같은 극성을 형성하게 교류전류를 인가하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[32] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치의 상기 전자석부재는, 상기 롤축유닛과의 간극을 0.2 ~ 10mm로 형성하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[33] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치는 상기 전자석유닛의 주변의 바디유닛에 구비되는 냉각관으로 냉각유체를 유동시키는 냉각유닛을 포함할 수 있다.

[34] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 도금설비는 용융아연인 자성유체가 담겨진 포트에 제공되는 도금조 및 상기 도금조에 구비되는 상기 전자기 실링장치를 포함하며, 상기 도금조의 용융아연에 침지되는 강판은 상기 전자기

실링장치의 바디유닛에 구비되는 롤축유닛에 의해서 이동이 가이드되는 것을 특징으로 할 수 있다.

- [35] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따른 도금설비의 상기 롤축유닛은, 싱크롤, 코렉팅롤 또는 스테빌라이징롤인 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

- [36] 본 발명의 전자기 실링장치 및 이를 포함하는 도금설비는 자성유체의 실링을 비접촉으로 수행할 수 있는 이점을 가질 수 있다.
- [37] 이에 의해서, 롤축유닛이 베어링유닛에 의해서 지지될 때, 자성유체가 롤축유닛과 베어링유닛의 사이로 침투되는 문제를 방지할 수 있으며, 롤축유닛과 베어링유닛의 사이에 드로스 등의 이물질이 형성되는 문제를 방지할 수 있는 이점을 가지게 된다.
- [38] 이에 따라, 롤축유닛이 베어링유닛에 의해서 지지시의 마찰 발생을 방지하고, 그에 따른 강판 지지시의 진동을 방지하여 도금 품질을 향상시킬 수 있으며, 고속 작업이 가능하여 생산성을 크게 향상시키는 효과를 가지게 된다.
- [39] 또한, 베어링유닛에 의해서 상기 롤축유닛을 접촉 지지하기 때문에, 고하중의 롤축유닛을 전자기력에 의해서 비접촉 지지하지 않아도 되기 때문에, 종전의 전자기 베어링 장치에 비교하여 소비 전력을 경감시킬 수 있는 효과를 가지게 된다.
- [40] 다만, 본 발명에서 도출되는 효과는 전술한 효과에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술 내용에서 도출되는 효과라면 앞에서 서술되지 않은 효과라도 본 발명의 효과가 될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [41] 도 1은 본 발명의 도금설비를 도시한 측면도이다.
- [42] 도 2는 본 발명의 전자기 실링장치를 도시한 정면도이다.
- [43] 도 3은 자성유체가 강자성체, 상자성체인 경우에, 본 발명의 전자기 실링장치의 실링 작용의 작동상태를 도시한 정면도이다.
- [44] 도 4는 자성유체가 반자성체인 경우에, 본 발명의 전자기 실링장치의 실링 작용의 작동상태를 도시한 정면도이다.
- [45] 도 5는 본 발명의 전자기 실링장치의 지지 작용의 작동상태를 도시한 정면도이다.
- [46] 도 6은 본 발명의 전자기 실링장치에서 전자석부재를 도시한 정면도이다.
- [47] 도 7은 본 발명의 전자기 실링장치에서 전자석부재를 도시한 사시도이다.
- [48] 도 8은 본 발명의 전자기 실링장치에서 전자석부재가 PWM 드라이버에 의해 교류전류를 인가하는 전류인가부재와 Y결선된 것을 도시한 정면도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [49] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시예를 상세하게 설명한다. 다만, 본 발명의 사상은 제시되는 실시예에 제한되지 아니하고, 본 발명의

사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에서 다른 구성요소를 추가, 변경, 삭제 등을 통하여, 퇴보적인 다른 발명이나 본 발명 사상의 범위 내에 포함되는 다른 실시예를 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본원 발명 사상 범위 내에 포함된다고 할 것이다.

[50] 또한, 각 실시예의 도면에 나타나는 동일한 사상의 범위 내의 기능이 동일한 구성요소는 동일한 참조부호를 사용하여 설명한다.

[51]

[52] 본 발명은 전자기 실링장치(1) 및 이를 포함하는 도금설비에 관한 것으로, 자성유체(L)의 실링을 비접촉으로 수행할 수 있다.

[53] 즉, 본 발명은 자성유체(L)의 실링을 수행할 수 있어, 자성유체(L)의 침투에 의한 문제를 방지하고, 이에 따라 롤축유닛(300)이 베어링유닛(400)에 의해서 지지시의 마찰 발생을 방지하고, 그에 따른 강판 지지시의 진동을 방지하여 도금 품질을 향상시키며, 고하중의 롤축유닛(300)의 지지를 오로지 전자기력에 의하여 수행하지 않아도 되기 때문에 소비 전력을 경감시키기 위한 기술로서 제시된 것이다.

[54]

[55] 이는 롤축유닛(300)을 도금조 내에서 회전되게 결합시키는 베어링유닛(400)으로 용융아연이 침투하는 것을 방지하게 하는 구성으로써, 상기 베어링유닛(400)의 기능을 상실하지 않고 유지시킬 수 있게 한다.

[56] 즉, 롤축유닛(300)이 베어링유닛(400)에 의해서 지지될 때, 자성유체(L)가 롤축유닛(300)과 베어링유닛(400)의 사이로 침투되는 문제를 방지할 수 있으며, 롤축유닛(300)과 베어링유닛(400)의 사이에 드로스 등의 이물질이 형성되는 문제를 방지할 수 있게 되는 것이다.

[57] 이에 따라, 롤축유닛(300)이 베어링유닛(400)에 의해서 지지시의 마찰 발생을 방지하고, 그에 따른 강판 지지시의 진동을 방지하여 도금층의 두께가 일정하게 형성되도록 유도하여 도금 품질을 향상시킬 수 있고, 고속 작업이 가능하여 생산성을 크게 향상시킬 수 있게 된다.

[58] 한편, 본원발명은 베어링유닛(400)에 의해서 상기 롤축유닛(300)을 접촉 지지하기 때문에, 고하중의 롤축유닛(300)을 전자기력에 의해서 비접촉 지지하는 종전의 전자기 베어링 장치에 비교하여 소비 전력을 현저히 경감시킬 수도 있게 된다.

[59]

[60] 이에 대한 내용을 이하에서 도면을 참조하여 좀 더 구체적으로 설명한다.

[61]

[62] 우선, 도 1은 본 발명의 도금설비를 도시한 측면도로써, 이를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 도금설비는 용융아연인 자성유체(L)가 담겨진 포트(2)로 제공되는 도금조 및 상기 도금조에 구비되는 후술할 전자기 실링장치(1)를 포함하며, 상기 도금조의 용융아연에 침지되는 강판은 상기

전자기 실링장치(1)의 바디유닛(100)에 구비되는 롤축유닛(300)에 의해서 이동이 가이드되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[63] 이와 같이, 후술한 본 발명의 전자기 실링장치(1)는 도금설비에 구비되어 상기 강판의 이동을 가이드하는 롤축유닛(300)과 베어링유닛(400) 사이의 간극(G)으로 용융아연이 침투하는 것을 방지하는 역할을 하게 된다.

[64] 다만, 본 발명의 전자기 실링장치(1)는 도금설비에 사용되는 것에 한정되는 것은 아니며, 용융아연과 같은 자성유체(L)가 담겨지는 포트(2)라면 어느 설비이든 사용될 수 있다.

[65]

[66] 상기 도금조는 강판의 도금 작업을 위해서, 상기 강판 상에 용융아연 등의 도금용액으로 도금층을 형성하는 역할을 하게 된다.

[67] 이를 위해서, 상기 도금조에는 도금용액인 용융아연 등이 담겨져서 제공되며, 상기 강판의 이동을 위한 롤축유닛(300) 등이 결합되어 제공된다.

[68] 여기서, 상기 롤축유닛(300)은 상기 강판의 이동을 지지하며, 또한 상기 강판의 이동을 가이드하는 역할을 하게 된다.

[69] 특히, 상기 롤축유닛(300)은 도금조 내부에 구비되는 포트롤로써, 싱크롤(Sink roll), 코렉팅롤(Correcting roll) 또는 스테빌라이징롤(Stabilizing roll)일 수 있다.

[70] 즉, 본 발명의 다른 실시예에 따른 도금설비의 상기 롤축유닛(300)은, 싱크롤, 코렉팅롤 또는 스테빌라이징롤인 것을 특징으로 할 수 있다.

[71]

[72] 상기 전자기 실링장치(1)는 상기 도금조에 결합되는 롤축유닛(300)을 상기 도금조에 결합시에 용융아연 등의 도금용액이 침투하는 것을 방지하는 역할을 하게 된다. 좀 더 구체적인 설명은 도 2 내지 도 8를 참조하여 후술한다.

[73]

[74] 도 2는 본 발명의 전자기 실링장치(1)를 도시한 정면도이고, 도 3은 자성유체(L)가 강자성체, 상자성체인 경우에, 본 발명의 전자기 실링장치(1)의 실링 작용의 작동상태를 도시한 정면도이며, 도 4는 자성유체(L)가 반자성체인 경우에, 본 발명의 전자기 실링장치(1)의 실링 작용의 작동상태를 도시한 정면도이다.

[75] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)는 자성이 형성되는 자성유체(L)가 담겨지도록 제공되는 포트(2)에 구비되는 바디유닛(100) 및 상기 포트(2)와 개공구(110)를 통하여 연통된 상기 바디유닛(100)의 실링공간을 실링하도록, 상기 실링공간이 형성된 상기 바디유닛(100)의 내측벽부(120)에 구비되며, 교류전류가 인가되어 형성된 시변자계에 의해서 상기 자성유체(L)에 인력과 척력이 교대로 작용하여 상기 개공구(110) 방향으로 상기 자성유체(L)를 이동시키는 적어도 하나의 전자석유닛(200)을 포함할 수 있다.

[76] 다시 말해, 상기 자성유체(L)를 실링이 목적인 실링공간에서 배출하는 원리는

시변자계에 의한 인력과 척력의 교대 발생에 의한 것이다.

- [77] 일례로써, 실링의 목적물인 자성유체(L)가 강자성체, 상자성체인 경우의 실링 작용을 도 3을 참조하여 설명하면, 우선 제1시점에 전자석유닛(200)에 교류전류가 인가되어 상기 전자석유닛(200)이 N극을 형성하면, N극이 형성된 전자석유닛(200) 주변에 위치하는 자성유체(L)는 강자성체, 상자성체이므로 S극이 형성되게 된다.
- [78] 이후의 제2시점에 상기 전자석유닛(200)에 반대 위상의 교류전류가 인가되면 상기 전자석유닛(200)은 다시 S극을 형성하게 되고, 제1시점에 S극으로 대전되었던 자성유체(L)는 S극으로 형성된 전자석유닛(200)과 척력을 발생하여 상기 전자석유닛(200)에서 멀어지는 방향으로 멀어지면서 실링을 수행하게 된다.
- [79] 다른 예로써, 실링의 목적물인 자성유체(L)가 반자성체인 경우의 실링 작용을 도 4를 참조하여 설명하면, 우선 제1시점에 전자석유닛(200)에 교류전류가 인가되어 상기 전자석유닛(200)이 N극을 형성하면, N극이 형성된 전자석유닛(200) 주변에 위치하는 자성유체(L)는 반자성체이므로 동일 극성인 N극으로 형성되게 된다.
- [80] 따라서, 제1시점부터 상기 자성유체(L)는 상기 전자석유닛(200)과 척력을 형성하며, 상기 전자석유닛(200)에서 멀어지는 방향으로 멀어지면서 실링을 수행하게 된다.
- [81] 또한, 이러한 경우에는 제2시점에서도 실링을 위한 작용이 동일하게 수행된다. 즉, 상기 전자석유닛(200)이 제2시점에 S극을 형성하면, S극이 형성된 전자석유닛(200) 주변에 위치하는 자성유체(L)는 반자성체이므로 동일 극성인 S극으로 형성되고, 이때에도 역시 상기 자성유체(L)는 상기 전자석유닛(200)과 척력을 형성하며, 상기 전자석유닛(200)에서 멀어지는 방향으로 멀어지면서 실링을 수행하게 되는 것이다.
- [82]
- [83] 상기 바디유닛(100)은 상기 전자석유닛(200)이 구비되는 역할을 하며, 특히 상기 자성유체(L)가 담겨진 포트(2)에 구비되어 제공된다. 이후에 상기 바디유닛(100)에는 상기 전자석유닛(200) 이외에 롤축유닛(300), 베어링유닛(400) 등이 구비되어, 상기 롤축유닛(300)과 베어링유닛(400)을 상기 전자석유닛(200)에 의해서 실링시키면서 지지할 수 있게 된다.
- [84] 그리고, 상기 바디유닛(100)이 구비되는 포트(2)에 담겨진 자성유체(L)는 자성을 형성할 수 있는 물질로써, 비자성체의 물질과는 구별되어야 한다.
- [85] 즉, 상기 자성유체(L)는 외부 자기장과 반대의 극성을 형성하는 강자성체, 상자성체의 물질이거나, 외부의 자기장과 같은 극성을 형성하는 반자성체의 물질로 제공되어야 하는 것이다.
- [86] 특히, 도금 설비에서 사용되는 용융아연(Zn)은 반자성체로써, 형성된 자기장과 같은 극성을 형성하는 물질로써, 상기 자성유체(L)에 포함될 수 있다.

[87]

[88] 그리고, 상기 바디유닛(100)은 상기 전자석유닛(200)이 자기장을 형성하여 상기 자성유체(L)에 힘을 작용할 때, 그 제어의 정확성을 확보하기 위해서 자기장에 영향을 미치지 않는 비자성체로 구성됨이 바람직하다.

[89] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)의 상기 바디유닛(100)은, 비자성체로 구비되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[90] 일례로써, 상기 바디유닛(100)은 스테인리스 스틸, 세라믹, 티타늄, 인코넬과 같은 비자성체 소재로 형성될 수 있는 것이다. 더욱이 이러한 소재들은 약 500°C 이상의 고온의 도금조 환경에서도 견뎌낼 수 있는 내열성 및 열팽창률이 적은 소재로서도 바람직하다.

[91] 그리고, 상기 바디유닛(100)은 내식성을 높이기 위해서 보로나이트(BN)으로 형성될 수도 있다.

[92]

[93] 상기 전자석유닛(200)은 상기 자성유체(L)와 인력 및 척력의 상호작용을 수행하여, 상기 자성유체(L)를 밀어내어 실링 작용을 수행하는 역할을 하게 된다.

[94] 다시 말해, 상기 전자석유닛(200)에는 교류전류에 의한 시변자계가 형성되게 구성되며, 특히 상기 바디유닛(100)의 실링공간에서 상기 개공구(110)를 향하여 상기 자성유체(L)를 밀어내어 상기 실링공간을 실링하게 된다.

[95]

[96] 이를 위해서, 상기 전자석유닛(200)은 전자석부재(210)와 전류인가부재(220)를 포함할 수 있다.

[97] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)의 상기 전자석유닛(200)은, 교류전류가 인가되어 형성된 시변자계에 의해서 극성이 교대로 변하며, 상기 실링공간 내부에서 상기 개공구(110) 방향으로 복수 개가 상기 바디유닛(100)의 내측벽부(120)에 나란히 구비되는 전자석부재(210) 및 상기 전자석부재(210)에 교류전류를 인가하는 전류인가부재(220)를 포함하며, 상기 전류인가부재(220)는, 서로 이웃하는 전자석부재(210)가 서로 다른 극성을 형성하게 교류전류를 인가하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[98] 이와 같이, 상기 전류인가부재(220)가 교류전류를 인가하여 상기 전자석부재(210)에 교대로 N극과 S극을 형성함으로써, 상기 자성유체(L)에 인력과 척력을 교대로 작용시켜 상기 자성유체(L)를 상기 바디유닛(100)의 실링공간에서 상기 개공구(110) 방향으로 밀어낼 수 있게 된다.

[99] 특히, 상기 자성유체(L)를 밀어내는 효율을 높이기 위해서, 상기 전자석부재(210)는 복수 개가 상기 실링공간에서 상기 개공구(110) 방향으로 나란히 구비될 수 있다.

[100] 다시 말해, 제1시점에 한쪽의 제1전자석부재(210)가 N극으로 형성되어 그에 대면하는 자성유체(L)가 S극으로 대전되고, 제2시점에 제1전자석부재(210)가

S극으로 형성되어 제1시점에 S극으로 대전된 자성유체(L)와 척력을 발생시켜 이동시킬 때, 상기 제1전자석부재(210)와 이웃하게 구비되는 제2전자석부재(210)는 N극으로 형성되기 때문에, S극의 자성유체(L)와 인력을 작용하여 상기 자성유체(L)의 이동력을 더욱 높일 수 있는 것이다.

- [101] 즉, 제2시점에 자성유체(L)는 제1전자석부재(210)와는 척력이 작용하여 밀리고, 제2전자석부재(210)와는 인력이 작용하여 끌어당겨지기 때문에, 상기 자성유체(L)를 상기 개공구(110) 방향으로 이동시키는 힘을 더 크게 형성할 수 있는 것이다.
- [102] 한편, 전술한 설명은 자성유체(L)가 강자성체, 상자성체인 경우의 설명이긴 하지만, 상기 자성유체(L)가 반자성체인 경우도 자성유체(L)를 이동시키는 힘이 이웃하는 전자석부재(210)에 의해서 더 커지는 점은 동일하다.
- [103] 즉, 상기 자성유체(L)가 반자성체인 경우에는 제1전자석부재(210)가 N극으로 형성되는 제1시점에 자성유체(L)도 N극을 형성하여 제1전자석부재(210)와 척력이 작용하게 되는데, 이때 상기 제1전자석부재(210)에 이웃하는 제2전자석부재(210)는 S극으로 형성됨으로써, N극으로 대전된 자성유체(L)와 인력을 작용하여, 상기 자성유체(L)를 이동시키는 힘을 더 크게 형성할 수 있는 것이다.
- [104] 이러한 전자석부재(210)는 더 구체적으로 코어부(211), 코일부(212)로 구성될 수 있으며, 그 형상을 특정한 형상으로 제공함으로써, 전자기력의 형성에 의한 실링 작용의 효율을 높일 수 있는데, 이에 대한 자세한 설명은 도 6을 참조하여 후술하다.
- [105]
- [106] 그리고, 상기 전류인가부재(220)는 상기 전자석부재(210)에 교류전류를 인가하여 상기 전자석부재(210)에 N극과 S극을 교대로 형성시키는 역할을 하게 된다.
- [107] 또한, 상기 전류인가부재(220)가 가하는 교류전류의 세기에 따라서 상기 전자석부재(210)가 상기 자성유체(L)에 작용하는 힘의 세기를 조정할 수 있다.
- [108] 특히 상기 전자석부재(210)가 상기 자성유체(L)에 작용하는 힘은 상기 자성유체(L)가 외력을 이기고 상기 실링공간에서 상기 개공구(110)로 이동시킬 정도의 힘 이상으로는 제공되어야 한다.
- [109] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)의 상기 전류인가부재(220)는, 상기 자성유체(L)에 작용하는 힘이 40 ~ 250 N이 되도록 전류를 인가하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [110] 이는 상기 자성유체(L)를 상기 실링공간에서 배출하려면 상기 자성유체(L)의 깊이에 따라 상기 자성유체(L)에 작용하는 정수압에 대한 힘을 이겨내어야 하기 때문에, 그보다 큰 힘을 작용하기 위한 범위를 제시한 것이다.
- [111] 다시 말해, 도금조에서 싱크롤, 코렉팅롤 또는 스테빌라이징롤 등이 구비되는 깊이에서 상기 자성유체(L)에 작용하는 힘보다 크게 상기 자성유체(L)에

자기력을 부여한 수치가 40 ~ 250N이 되는 것이다.

[112]

[113] 그리고, 상기 전류인가부재(220)는 Y결선으로 상기 전자석부재(210)와 결합되거나, PWM 드라이버에 의해서 교류전류를 인가할 수 있는데, 이에 대한 설명은 도 7 및 도 8를 참조하여 후술한다.

[114]

[115] 본 발명의 전자기 실링장치(1)는 상기 실링공간에 베어링유닛(400)과 상기 베어링유닛(400)과 접촉에 의해서 지지되는 롤축유닛(300)을 구비시켜, 상기 베어링유닛(400)과 롤축유닛(300) 사이에 드로스 등의 이물질이 형성되거나, 자성유체(L)가 침투하여 마찰 문제를 발생시키는 것을 방지할 수 있게 된다.

[116] 다시 말해, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)는 상기 실링공간에 삽입되는 롤축유닛(300) 및 상기 전자석유닛(200)보다 상기 실링공간의 내측에 구비되며, 상기 롤축유닛(300)이 삽입되어 지지되는 베어링유닛(400)을 더 포함할 수 있다.

[117] 이와 같이, 본 발명은 상기 전자기 실링장치(1)를 구비하기 때문에, 상기 롤축유닛(300)과 상기 베어링유닛(400)의 사이로 자성유체(L)가 침투하는 문제를 고려할 필요가 없기 때문에, 상기 베어링유닛(400)에 의해서 상기 롤축유닛(300)을 접촉 지지하게 구성할 수 있다.

[118] 즉, 종전의 비접촉 지지 장치인 전자기 베어링장치가 고하중의 롤축유닛(300)을 지지하기 위해서 많은 전력 소비가 필요로 한 것에 반하여, 본 발명은 롤축유닛(300)에 대하여 접촉지지를 하면서도 자성유체(L)에 의한 문제를 상기 전자기 실링장치(1)로 방지할 수 있기 때문에, 비교적 적은 전력 소비로도 안정적으로 롤축유닛(300)을 지지할 수 있는 것이다.

[119] 이를 위해서, 상기 베어링유닛(400)은 상기 전자석유닛(200)보다 상기 실링공간의 내측에 구비되어야 한다.

[120]

[121] 또한, 상기 베어링유닛(400)은 상기 롤축유닛(300)을 접촉지지하기 위해서, 구름 베어링으로 구비되는 것이 바람직하다.

[122] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)의 상기 베어링유닛(400)은, 구름 베어링으로 구비되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[123] 다만, 본 발명의 전자기 실링장치(1)는 접촉 베어링인 구름 베어링에 한정되는 것은 아니며, 전자기 베어링 장치 등의 비접촉 베어링에도 적용할 수도 있다.

[124] 그리고, 상기 베어링유닛(400)은 자성유체(L)가 담겨진 포트(2) 내부에 구비되기 때문에 오일리스(oiless) 베어링으로 구비되는 것이 바람직하다. 즉, 오일이 공급이 용이하지 않기 때문에, 상기 베어링유닛(400)은 오일리스 베어링으로 제공되는 것이다.

[125]

[126] 이러한 구름 베어링에는 볼 베어링, 롤러 베어링 등이 있을 수 있으며, 본

발명에서는 볼 베어링으로써 구체적 구성을 제시할 수 있다.

[127] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)의 상기 베어링유닛(400)은, 상기 바디유닛(100)에 결합되는 외륜부재(410), 상기 롤축유닛(300)이 삽입되며, 상기 외륜부재(410)의 내측에 구비되는 내륜부재(420) 및 상기 외륜부재(410)와 내륜부재(420) 사이에 구비되는 볼부재(430)를 포함할 수 있다.

[128] 여기서, 상기 내륜부재(420)는 상기 롤축유닛(300)이 완전히 밀착하여 끼워져 구비됨으로써, 상기 외륜부재(410)와의 사이의 볼부재(430)에 의해서 회전이 지지되게 구성될 수 있다.

[129] 더 구체적으로 상기 롤축유닛(300)의 축부재(320)를 포트(2) 내부의 환경보다 저온으로 형성하여 수축시킨 다음에 상기 내륜부재(420)에 끼우고 상기 포트(2) 내부에 구비시켜 열팽창시킴으로써, 열끼움에 의해서 상기 내륜부재(420)에 상기 롤축유닛(300)을 구비시킬 수 있는 것이다.

[130]

[131] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)의 상기 볼부재(430)는, 지르코나 계열의 소재 또는 세라믹 소재로 구비되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[132] 이와 같이 상기 볼부재(430)의 소재를 한정하는 것은 고온 환경의 도금조 등의 포트(2)에서 상기 볼부재(430)의 내구성을 유지하기 위한 것이다.

[133] 다시 말해, 지르코나 계열의 소재는 지르코늄(Zr)을 포함하는 소재으로써 일례로 ZrO 등이 있을 수 있으며, 세라믹 소재는 실리콘(Si), 알루미늄(Al), 타이타늄(Ti) 등과 같은 금속원소와 산소, 탄소, 질소가 결합되어 형성된 화합물으로써 일례로 SiO₂ 등이 있을 수 있다.

[134] 또는 상기 볼부재(430)는 강성이 뛰어난 카본 섬유로 제공될 수 있으며, 이러한 경우에는 단섬유(chopped fiber)보다는 장섬유(long fiber)로 이루어진 탄소 합성물(C-C composite)로 적용하거나, 그래파이트(graphite)가 혼합된 소재를 사용함이 바람직하다.

[135]

[136] 상기 롤축유닛(300)은 상기 베어링유닛(400)에 의해서 회전이 지지되는 구성으로써, 도금설비에서는 도금조 내부를 통과하는 강판을 지지하는 역할을 하게 된다.

[137] 이를 위해서, 상기 롤축유닛(300)은 롤부재(310)와 축부재(320)를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 축부재(320)는 상기 실링공간에 삽입되어 상기 베어링유닛(400)에 의해서 직접적으로 지지되는 구성이다. 또한 상기 축부재(320)는 상기 실링공간에 삽입되기 때문에, 상기 전자석유닛(200)에 의한 실링 작용을 방해하지 않기 위해서 비자성체로 구성될 수 있다.

[138] 이러한 비자성체의 종류에는 스테인리스 스틸, 세라믹 등이 있을 수 있다.

[139] 다시 말해, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)의 상기 롤축유닛(300)은, 강판의 이송경로 상에 구비되는 롤부재(310) 및 상기 롤부재(310)의 축 방향으로 결합되며, 상기 실링공간에 삽입되며, 비자성체로

구비되는 축부재(320)를 포함할 수 있다.

[140] 여기서, 상기 롤부재(310)는 상기 도금조를 통과하는 강판 등과 직접 접촉하여 상기 강판을 지지하는 역할을 하는 구성이다.

[141]

[142] 더하여, 상기 롤축유닛(300)은 상기 전자석유닛(200)에 의한 상기 자성유체(L)의 실링 작용의 효과를 더 높이기 위해서, 캡부재(330)를 더 구비할 수 있다.

[143] 다시 말해, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)의 상기 롤축유닛(300)은, 상기 축부재(320)의 외면에 끼워지며, 반자성체로 구비되는 캡부재(330)를 더 포함할 수 있다.

[144] 즉, 상기 캡부재(330)가 반자성체로 구성되기 때문에, 상기 전자석부재(210)와 동일한 극성으로 형성되기 때문에, 상기 캡부재(330)와 상기 전자석부재(210) 사이에 위치하는 자성유체(L)는 양측에서 자기력에 의한 영향을 받기 때문에, 상기 자성유체(L)의 이동을 유도하는 힘을 더욱 크게 작용할 수 있게 되는 것이다.

[145]

[146] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)는 상기 전자석유닛(200)의 주변의 바디유닛(100)에 구비되는 냉각관으로 냉각유체를 유동시키는 냉각유닛(500)을 포함할 수 있다.

[147] 이와 같이 상기 냉각유닛(500)을 구비시키는 것은 도금설비에서의 도금조의 고온 환경에서 상기 전자기 실링장치(1)의 구성들을 안정적으로 작동시키기 위함이다.

[148] 다시 말해, 상기 전자석유닛(200) 등은 고온 환경에서 자기력을 발생시키는 것에 문제가 발생하지 않도록 상기 냉각유닛(500)에 의해서 상기 전자석유닛(200)의 작동 온도로 조절하여 제공될 수 있는 것이다.

[149] 이를 위해서, 상기 냉각유닛(500)은 상기 전자석유닛(200)의 주변으로 냉각유체가 유동하는 냉각관을 구비시키게 된다.

[150]

[151] 또한, 본 발명은 상기 전자석유닛(200)에 의해서 상기 자성유체(L)를 실링공간에서 배출하는 실링작용뿐만 아니라, 상기 롤축유닛(300)을 지지하는 지지력도 부가할 수 있다. 이는 도 5를 참조하여 설명할 수 있다.

[152] 즉, 도 5는 본 발명의 전자기 실링장치(1)의 지지 작용의 작동상태를 도시한 정면도로써, 이를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)의 상기 전류인가부재(220)는, 상기 축부재(320)를 중심으로 서로 마주보는 전자석부재(210)가 서로 같은 극성을 형성하게 교류전류를 인가하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[153] 다시 말해, 상기 축부재(320) 중심으로 서로 마주보는 방향에 구비되는 전자석부재(210)의 극성을 동일하게 형성하게 상기 전류인가부재(220)를

조정함으로써, 상기 자성유체(L)를 실링공간에서 배출하는 실링작용과 상기 축부재(320)를 지지하는 지지작용을 동시에 수행하게 구성할 수 있는 것이다.

- [154] 상기 축부재(320)를 지지하는 작용상태를 설명하면, 축부재(320)에는 반자성체인 캡부재(330)가 끼워지고, 상기 캡부재(330)는 양쪽의 전자석부재(210)의 자기력에 의해서 영향을 받게 된다.
- [155] 다시 말해, 일측의 전자석부재(210)가 N극을 형성하면 그에 대면하는 캡부재(330)의 부분도 N극을 형성하게 되고, 일측의 전자석부재(210)와 상기 축부재(320)를 중심으로 마주보는 타측의 전자석부재(210)도 N극을 형성하면 그에 대면하는 캡부재(330)의 부분도 N극을 형성하게 된다.
- [156] 이와 같은 상태에서 상기 캡부재(330)는 상기 축부재(320)를 중심으로 그에 수직한 방향의 양측이 동일한 척력을 받기 때문에, 상기 축부재(320)는 그 중간에서 부상되면서 지지받게 자기력이 작용하는 것이다.
- [157] 이러한 상기 축부재(320)의 부상에 의한 지지 작용은 상기 축부재(320)의 단부에 비접촉 베어링이 구비된 경우뿐만 아니라, 접촉 베어링이 구비된 경우에도 상기 접촉 베어링에 작용하는 힘을 분산시켜줌으로써, 접촉 베어링의 내구성의 유지에 유리한 점에서 이점을 발생시키게 된다.
- [158]
- [159] 도 6은 본 발명의 전자기 실링장치(1)에서 전자석부재(210)를 도시한 정면도로써, 이를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)의 상기 전자석부재(210)는, 상기 바디유닛(100)의 내측벽부(120)에서 돌출된 형상으로 구비되는 코어부(211) 및 상기 코어부(211)에 감겨서 제공되며, 상기 전류인가부재(220)에 연결되는 코일부(212)를 포함하며, 상기 코어부(211)는, 상기 바디유닛(100)의 내측벽부(120)에 결합되는 결합단부(211a)보다 상기 결합단부(211a)의 반대단인 대면단부(211b)의 폭이 크게 형성되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [160] 다시 말해, 전자석부재(210)는 구체적으로 코어부(211), 코일부(212)로 구성될 수 있으며, 그 형상을 특정한 형상으로 제공함으로써, 전자기력의 형성에 의한 실링 작용의 효율을 높일 수 있는 것이다.
- [161] 즉, 누설자속을 줄이고 자기력이 단면적을 넓힘으로써, 상기 전자석부재(210)에 의한 전자기력 형성에 의한 실링 효율을 높이는 것이다.
- [162] 이와 같이, 바디유닛(100)에 가까운 영역인 결합단부(211a)는 단면적을 작게 형성하고, 그 반대단으로써, 축부재(320) 또는 자성유체(L)에 인접한 대면단부(211b)는 단면적을 비교적 크게 형성함으로써, 자속의 누설을 방지하면서도 자속을 상기 대면단부(211b)의 방향으로 집중시켜 실링 효율을 높일 수 있는 것이다.
- [163] 일례로 상기 결합단부(211a)의 폭(W)에 대하여 대면단부(211b)의 폭을 1.5 ~2.0 배로 형성한 형태를 제시할 수 있다.
- [164] 한편, 복수 개의 상기 코어부(211)가 집합체로 구성된 형태는 실린더 형상일 수

있다. 도 7이 그 예일 수 있으며, 도 7은 실린더 형상에서 절반을 절단하여 나타낸 절단 사시도이다.

- [165] 다시 말해, 상기 코어부(211)의 집합체는 롤축유닛(300)과 일정 간극(G)을 형성하면서 대면할 수 있도록, 원기둥 형상의 상기 롤축유닛(300)의 축부재(320)가 삽입되는 형태로써 실린더 형상으로 제공될 수 있는 것이다.
- [166] 이때, 상기 코어부(211)는 실린더 형태에서 적어도 두 개가 구비되어야 하며, 따라서 이분할 실린더의 어느 하나 또는 그 이상의 분할된 실린더의 어느 하나의 부분이 코어부(211)가 될 수 있다.
- [167] 이와 같이 상기 코어부(211)가 분할된 실린더의 일부인 것은 상기 코일부(212)가 감겨져 제공되어야 하기 때문이며, 상기 축부재(320)의 원주 방향으로 일정 간격으로 구비되어야 하기 때문이다.
- [168]
- [169] 더하여, 누설자속을 더욱 감소시키기 위해서 상기 대면단부(211b)의 양측을 오목한 라운드 형상으로 형성할 수 있다.
- [170] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)의 상기 대면단부(211b)는, 양측이 오목하게 라운드 처리되어 상기 결합단부(211a) 방향으로 갈수록 폭(w)이 작게 형성되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [171] 더욱이, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)에서 상기 대면단부(211b)의 라운드 처리된 곡률반경(R)은 적어도 상기 결합단부(211a) 폭(w)의 절반보다 작게 형성되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [172] 이와 같이 상기 대면단부(211b)의 라운드 처리된 곡률반경(R)을 특정함으로써, 더욱 상기 전자석부재(210)에 형성되는 자속의 누설을 방지할 수 있게 된다.
- [173]
- [174] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)의 상기 전자석부재(210)는, 상기 롤축유닛(300)과의 간극(G)을 0.2 ~ 10mm로 형성하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [175] 이는 상기 전자석유닛(200)에 의해서 상기 자성유체(L)를 실링하기 위해서 투입되는 전력과 상관이 있다.
- [176] 다시 말해, 상기 간극(G)이 넓어지면 상기 자성유체(L)에 작용하는 정수압에 의해서 상기 자성유체(L)에 작용하는 힘이 커지므로 상기 전자석부재(210)에 투입되는 전력이 크게 소모되는 반면에, 상기 간극(G)이 좁아지면 상기 자성유체(L)에 작용하는 정수압에 의해서 상기 자성유체(L)에 작용하는 힘이 작아지게 되므로 상기 전자석부재(210)에 투입되는 전력이 작게 소모되는 관계를 고려한 것이다.
- [177] 여기서, 상기 전자석부재(210)와 상기 롤축유닛(300)의 축부재(320) 사이의 간격이 크게 되면 상기 자성유체(L)를 개공구(110) 방향으로 밀어내는데 필요한 힘이 더 크게 되므로 상기 간극(G)의 상한을 10mm로 한정된 것이고, 상기 전자석부재(210)와 상기 축부재(320) 사이의 간극(G)이 너무 가까우면 상기

전자석부재(210)와 축부재(320) 사이의 충돌을 야기할 수 있기 때문에 상기 간극(G)의 하한을 0.2mm로 한정하는 것이다.

[178]

[179] 도 7은 본 발명의 전자기 실링장치(1)에서 전자석부재(210)를 도시한 사시도이며, 도 8은 본 발명의 전자기 실링장치(1)에서 전자석부재(210)가 PWM 드라이버에 의해 교류전류를 인가하는 전류인가부재(220)와 Y결선된 것을 도시한 정면도이다.

[180] 상기 전류인가부재(220)는 Y결선으로 상기 전자석부재(210)와 결합되거나, PWM 드라이버에 의해서 교류전류를 인가할 수 있는 것이다.

[181] 구체적으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)의 상기 코일부(212)는, 상기 전류인가부재(220)와 Y결선된 것을 특징으로 할 수 있다.

[182] 이와 같이 Y결선으로 상기 전류인가부재(220)와 복수 개의 상기 전자석부재(210)의 코일부(212)를 연결하게 되면, 상기 전자석부재(210)가 형성하는 극성은 3개로 구별되어 작동하게 된다.

[183] 다시 말해, 일시점에 하나의 전자석부재(210)는 N극을 형성하고, 또 하나의 전자석부재(210)는 중립의 극을 형성하며, 나머지 하나의 전자석부재(210)는 S극을 형성함으로써, 앞서 설명한 자성유체(L)를 개공구(110) 방향으로 밀어내는 작용을 동일하게 수행할 수 있게 된다.

[184] 이렇게 Y결선을 하게 되면, 결합된 전자석부재(210)에 제공되는 교류전류의 위상은 각각 120도의 차이로 공급되게 되며, 그에 따른 자기력의 극성 또는 세기가 3개로 구분되어 형성되게 된다.

[185] 이를 상기 자성유체(L)의 이동 유도의 측면에서 다시 설명하면, 도 8에 도시된 3개의 전자석부재(210) 중에서 첫번째를 U극 전자석(210a)으로 하고, 두번째를 V극 전자석(210b)으로 하며, 세번째를 W극 전자석(210c)이라고 하면, U극 전자석(210a)을 시작으로 120도 위상 차를 가지고 교류 전류를 인가하게 되면, 각각의 전자석은 그에 따른 자기력을 형성하게 된다.

[186] 다만, 어느 하나의 전자석이 N극을 형성하면 또 다른 하나의 전자석은 S극을 형성하게 되며, 나머지 하나의 전자석은 상기 전자석들의 자기력 차이에 의한 자기력의 반대 극성을 형성하게 된다.

[187]

[188] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 실링장치(1)의 상기 전류인가부재(220)는, PWM(Pulse Width Modulation) 드라이버에 의해 상기 전자석부재(210)에 교류전류를 인가하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[189] 이와 같이 상기 전류인가부재(220)를 PWM 드라이버에 의해서 교류전류를 인가하게 되면 상기 전자석부재(210)는 순간순간의 전류를 인가받는 것이 되어, 발열의 문제를 방지할 수 있게 된다.

[190] 다시 말해, 상기 전자석부재(210)의 코일부(212)에 PWM 드라이버에 의해서 교류전류를 인가하면 도트로 인가되므로 상기 코일부(212)에는 전류가 인가되지

않은 것과 동일한 효과가 발생하여 발열은 발생하지 않지만, 자기력은 형성할 수 있게 되는 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 자성이 형성되는 자성유체가 담겨지는 포트에 구비되는 바디유닛; 및 상기 포트와 개공구를 통하여 연통된 상기 바디유닛의 실링공간을 실링하도록, 상기 실링공간이 형성된 상기 바디유닛의 내측벽부에 구비되며, 상기 자성유체에 인력과 척력을 교대로 작용시켜 상기 개공구 방향으로 상기 자성유체를 이동시키도록 구성된 적어도 하나의 전자석유닛; 을 포함하는 전자기 실링장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 전자석유닛은, 교류전류가 인가되어 형성된 시변자계에 의해서 극성이 교대로 변하며, 상기 실링공간 내부에서 상기 개공구 방향으로 복수 개가 상기 바디유닛의 내측벽부에 나란히 구비되는 전자석부재; 및 상기 전자석부재에 교류전류를 인가하는 전류인가부재; 를 포함하는 전자기 실링장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서, 상기 전류인가부재는, 서로 이웃하는 전자석부재가 서로 다른 극성을 형성하게 교류전류를 인가하는 것을 특징으로 하는 전자기 실링장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서, 상기 전자석부재는, 상기 바디유닛의 내측벽부에서 돌출된 형상으로 구비되는 코어부; 및 상기 코어부에 감겨서 제공되며, 상기 전류인가부재에 연결되는 코일부; 를 포함하며, 상기 코어부는, 상기 바디유닛의 내측벽부에 결합되는 결합단부보다 상기 결합단부의 반대단인 대면단부의 폭이 크게 형성되는 것을 특징으로 하는 전자기 실링장치.
- [청구항 5] 제4항에 있어서, 상기 대면단부는, 양측이 오목하게 라운드 처리되어 상기 결합단부 방향으로 갈수록 폭이 작게 형성되는 것을 특징으로 하는 전자기 실링장치.
- [청구항 6] 제5항에 있어서, 상기 대면단부의 라운드 처리된 곡률반경은 적어도 상기 결합단부 폭의 절반보다 작게 형성되는 것을 특징으로 하는 전자기 실링장치.
- [청구항 7] 제4항에 있어서, 상기 코일부는, 상기 전류인가부재와 Y결선된 것을 특징으로 하는 전자기 실링장치.
- [청구항 8] 제3항에 있어서,

상기 전류인가부재는, PWM(Pulse Width Modulation) 드라이버에 의해 상기 전자석부재에 교류전류를 인가하는 것을 특징으로 하는 전자기 실링장치.

- [청구항 9] 제3항에 있어서,
상기 전류인가부재는, 상기 자성유체에 작용하는 힘이 40 ~ 250 N이 되도록 전류를 인가하는 것을 특징으로 하는 전자기 실링장치.
- [청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 바디유닛은, 비자성체로 구비되는 것을 특징으로 하는 전자기 실링장치.
- [청구항 11] 제3항에 있어서,
상기 실링공간에 삽입되는 롤축유닛; 및
상기 전자석유닛보다 상기 실링공간의 내측에 구비되며, 상기 롤축유닛이 삽입되어 지지되는 베어링유닛;
을 더 포함하는 전자기 실링장치.
- [청구항 12] 제11항에 있어서,
상기 베어링유닛은, 구름 베어링으로 구비되는 것을 특징으로 하는 전자기 실링장치.
- [청구항 13] 제12항에 있어서,
상기 베어링유닛은,
상기 바디유닛에 결합되는 외륜부재;
상기 롤축유닛이 삽입되며, 상기 외륜부재의 내측에 구비되는 내륜부재;
및
상기 외륜부재와 내륜부재 사이에 구비되는 볼부재;
를 포함하는 전자기 실링장치.
- [청구항 14] 제13항에 있어서,
상기 볼부재는, 지르코나 계열의 소재 또는 세라믹 소재로 구비되는 것을 특징으로 하는 전자기 실링장치.
- [청구항 15] 제11항에 있어서,
상기 롤축유닛은,
강판의 이송경로 상에 구비되는 롤부재; 및
상기 롤부재의 축 방향으로 결합되며, 상기 실링공간에 삽입되며, 비자성체로 구비되는 축부재;
를 포함하는 전자기 실링장치.
- [청구항 16] 제15항에 있어서,
상기 롤축유닛은,
상기 축부재의 외면에 끼워지며, 반자성체로 구비되는 캡부재;
를 더 포함하는 전자기 실링장치.
- [청구항 17] 제16항에 있어서,

상기 전류인가부재는, 상기 축부재를 중심으로 서로 마주보는 전자석부재가 서로 같은 극성을 형성하게 교류전류를 인가하는 것을 특징으로 하는 전자기 실링장치.

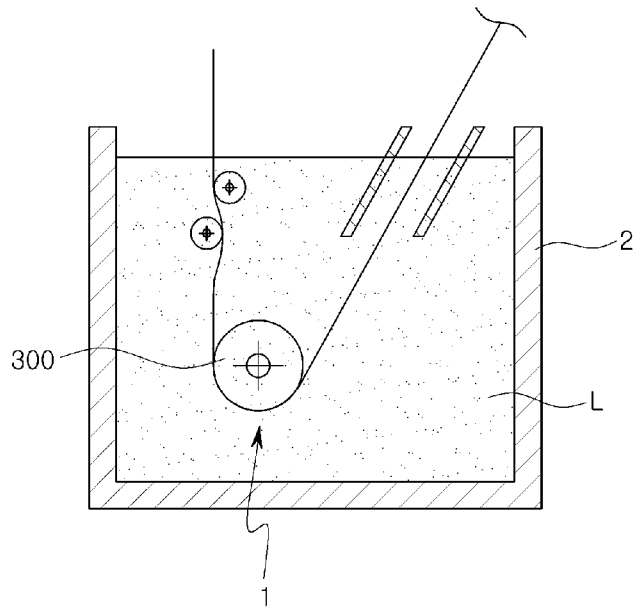
[청구항 18] 제11항에 있어서,
상기 전자석부재는, 상기 롤축유닛과의 간극을 0.2 ~ 10mm로 형성하는 것을 특징으로 하는 전자기 실링장치.

[청구항 19] 제1항에 있어서,
상기 전자석유닛의 주변의 바디유닛에 구비되는 냉각관으로 냉각유체를 유동시키는 냉각유닛;
을 포함하는 전자식 실링장치.

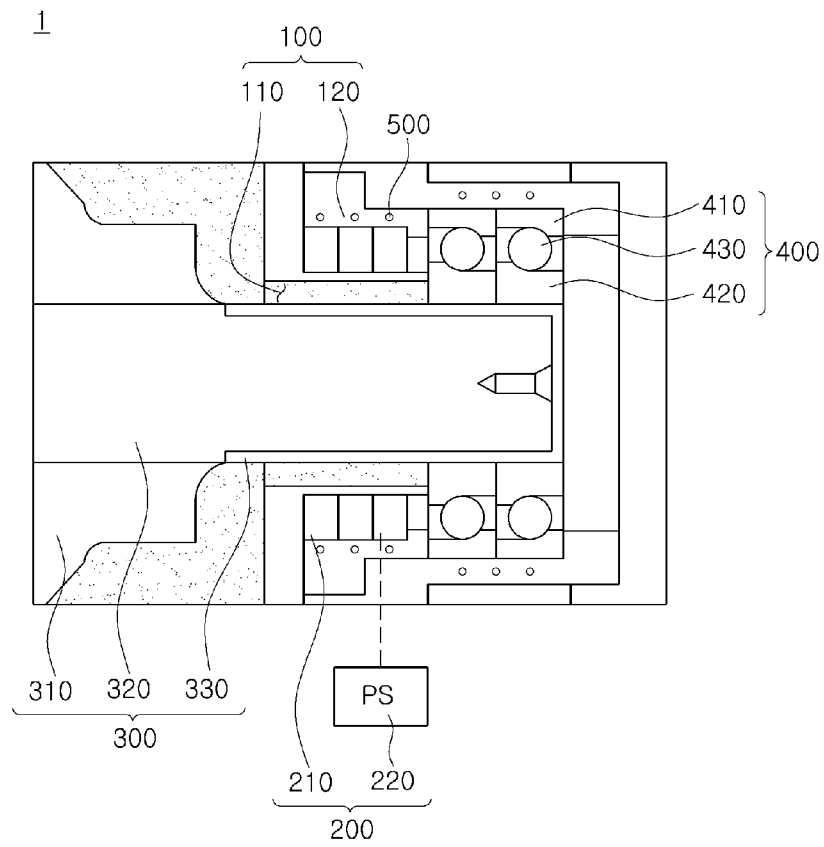
[청구항 20] 용융아연인 자성유체가 담겨진 포트에 제공되는 도금조; 및
상기 도금조에 구비되는 제1항 내지 제19항 중 어느 한 항의 전자기 실링장치;
를 포함하며,
상기 도금조의 용융아연에 침지되는 강판은 상기 전자기 실링장치의 바디유닛에 구비되는 롤축유닛에 의해서 이동이 가이드되는 것을 특징으로 하는 도금설비.

[청구항 21] 제20항에 있어서,
상기 롤축유닛은, 싱크롤, 코렉팅롤 또는 스테빌라이징롤인 것을 특징으로 하는 도금설비.

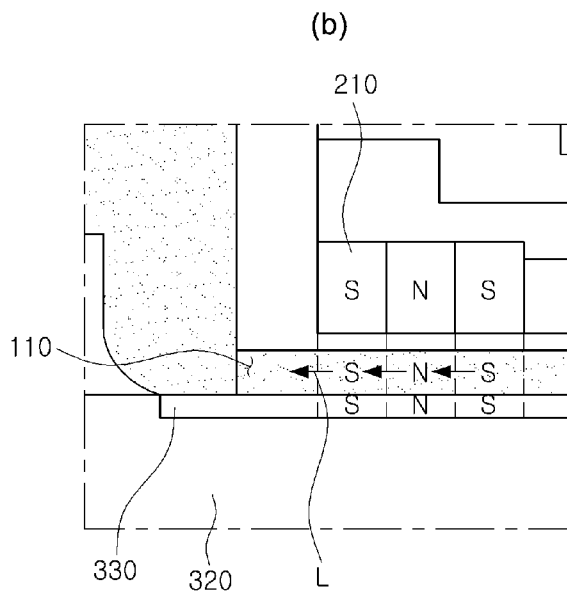
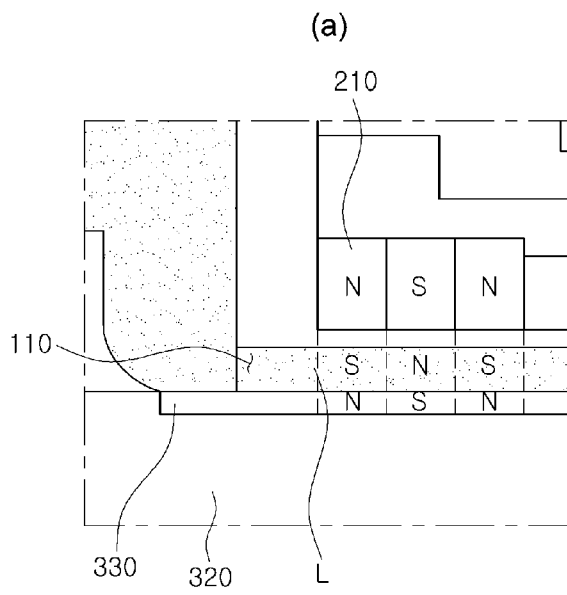
[도1]



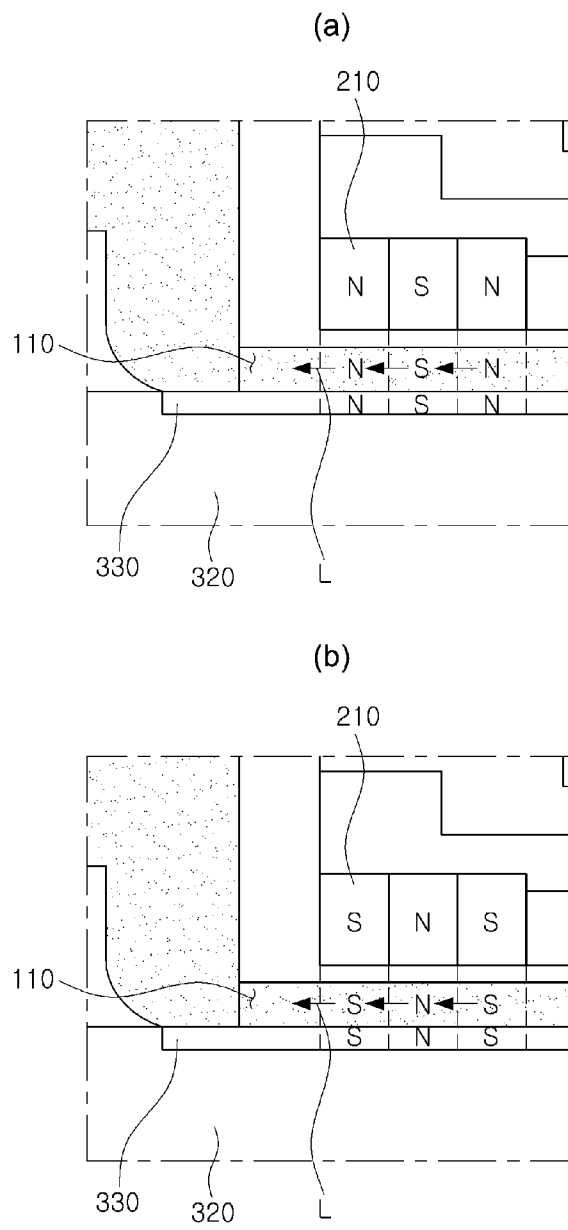
[도2]



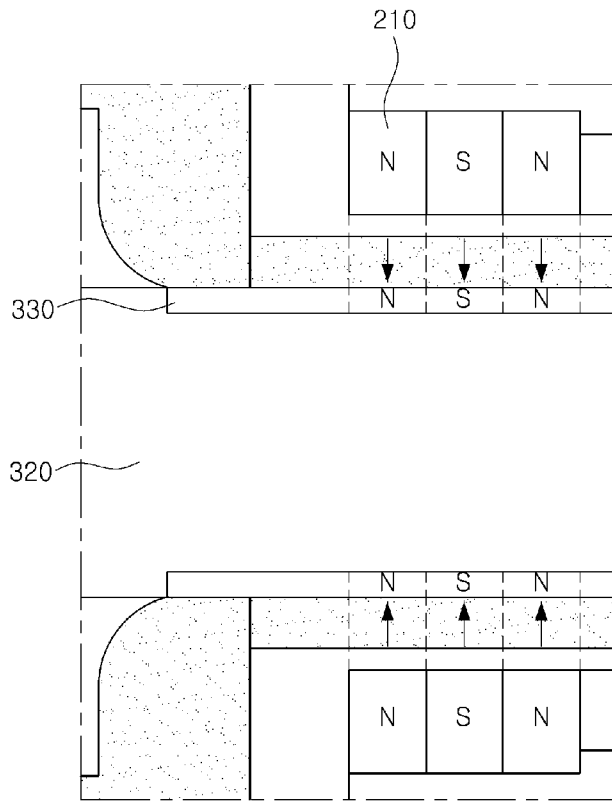
[도3]



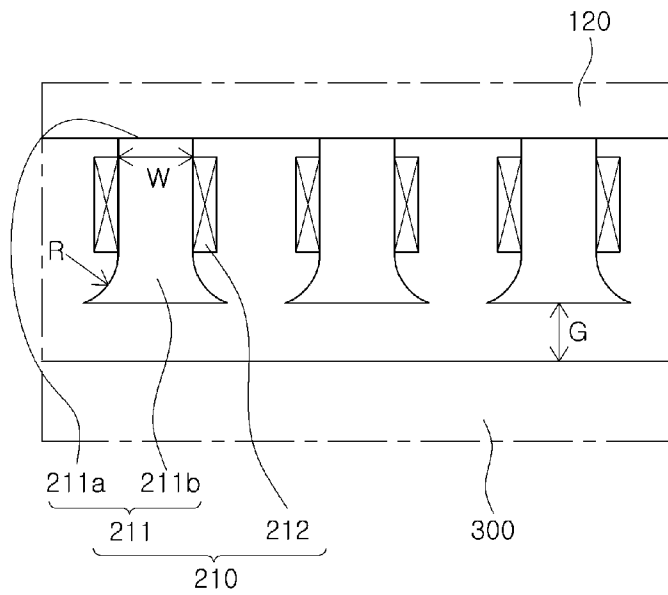
[도4]



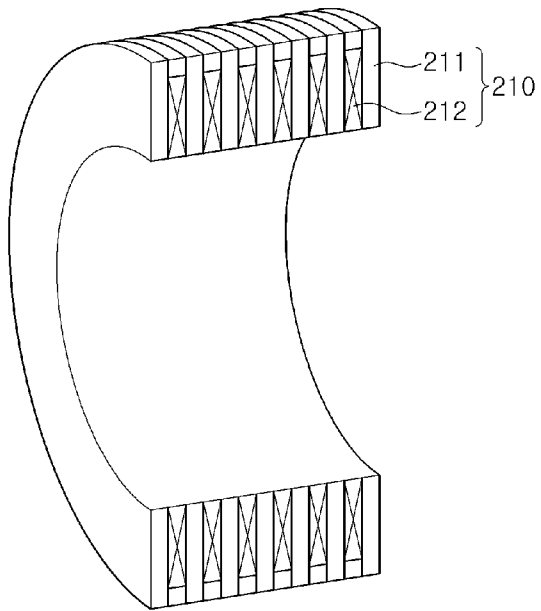
[도5]



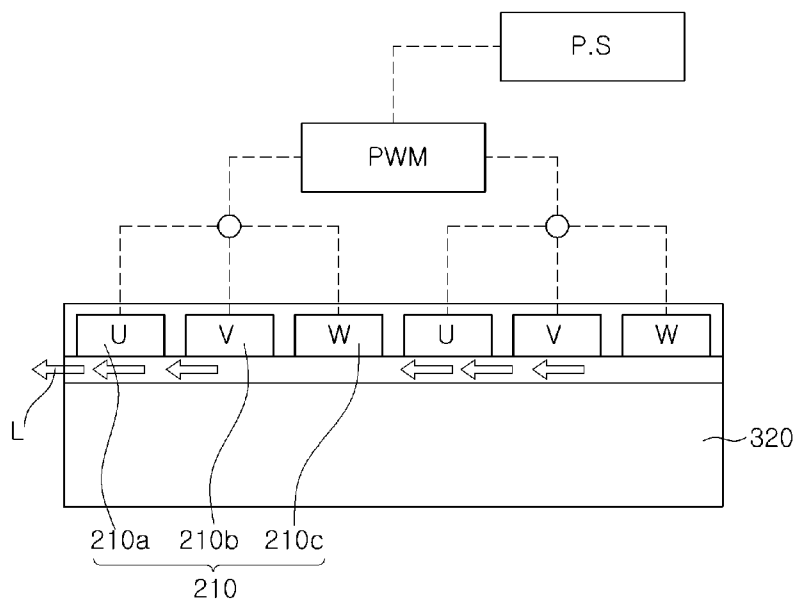
[도6]



[도7]



[도8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/008554

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C 2/00(2006.01)i, C23C 2/06(2006.01)i, C23C 2/40(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C23C 2/00; C23C 2/18; F16C 32/04; C23C 2/24; C23C 2/06; C23C 2/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: electromagnetism sealing, plating, bearing, electromagnet, electric current, roll-shaft unit, vibration, magnetic fluid

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2010-0120331 A (POSCO) 16 November 2010 See paragraphs [0006], [0033] and figure 2.	1-21
A	JP 10-046311 A (NISSHIN STEEL CO., LTD.) 17 February 1998 See claims 1-2 and figure 2.	1-21
A	KR 10-2004-0056053 A (POSCO) 30 June 2004 See claims 1-7 and figure 5.	1-21
A	KR 10-2009-0068037 A (RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY) 25 June 2009 See paragraphs [0039]-[0054] and figure 4.	1-21
A	KR 10-1192513 B1 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) 17 October 2012 See paragraphs [0048]-[0061] and claims 1, 16.	1-21



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 NOVEMBER 2017 (28.11.2017)

Date of mailing of the international search report

28 NOVEMBER 2017 (28.11.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/008554

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2010-0120331 A	16/11/2010	CN 102803766 A	28/11/2012
		CN 102803766 B	20/04/2016
		EP 2428692 A2	14/03/2012
		JP 05548768 B2	16/07/2014
		JP 2012-526249 A	25/10/2012
		US 2011-0050016 A1	03/03/2011
		US 8476797 B2	02/07/2013
		WO 2010-128804 A2	11/11/2010
		WO 2010-128804 A3	31/03/2011
JP 10-046311 A	17/02/1998	NONE	
KR 10-2004-0056053 A	30/06/2004	KR 10-0905904 B1	02/07/2009
KR 10-2009-0068037 A	25/06/2009	KR 10-1429988 B1	18/08/2014
KR 10-1192513 B1	17/10/2012	KR 10-2011-0103708 A	21/09/2011

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C23C 2/00(2006.01)i, C23C 2/06(2006.01)i, C23C 2/40(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C23C 2/00; C23C 2/18; F16C 32/04; C23C 2/24; C23C 2/06; C23C 2/40

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 전자기 실링, 도금, 베어링, 전자석, 전류, 롤축유닛, 진동, 자성유체

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2010-0120331 A (주식회사 포스코) 2010.11.16 단락 [0006], [0033] 및 도면 2 참조.	1-21
A	JP 10-046311 A (NISSHIN STEEL CO., LTD.) 1998.02.17 청구항 1-2 및 도면 2 참조.	1-21
A	KR 10-2004-0056053 A (주식회사 포스코) 2004.06.30 청구항 1-7 및 도면 5 참조.	1-21
A	KR 10-2009-0068037 A (재단법인 포항산업과학연구원) 2009.06.25 단락 [0039]-[0054] 및 도면 4 참조.	1-21
A	KR 10-1192513 B1 (연세대학교 산학협력단) 2012.10.17 단락 [0048]-[0061] 및 청구항 1, 16 참조.	1-21

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2017년 11월 28일 (28.11.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 11월 28일 (28.11.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



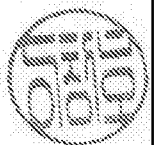
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이창호

전화번호 +82-42-481-8288



국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

KR 10-2010-0120331 A	2010/11/16	CN 102803766 A	2012/11/28
		CN 102803766 B	2016/04/20
		EP 2428692 A2	2012/03/14
		JP 05548768 B2	2014/07/16
		JP 2012-526249 A	2012/10/25
		US 2011-0050016 A1	2011/03/03
		US 8476797 B2	2013/07/02
		WO 2010-128804 A2	2010/11/11
		WO 2010-128804 A3	2011/03/31
JP 10-046311 A	1998/02/17	없음	
KR 10-2004-0056053 A	2004/06/30	KR 10-0905904 B1	2009/07/02
KR 10-2009-0068037 A	2009/06/25	KR 10-1429988 B1	2014/08/18
KR 10-1192513 B1	2012/10/17	KR 10-2011-0103708 A	2011/09/21